

Normalización del análisis de la piedra y conservación del patrimonio cultural

The Standardization of Stone Analysis and Conservation of Cultural Heritage

R. Bustamante¹, F. J. Alonso²

¹Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas, Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, Universidad Politécnica de Madrid, Av. Juan de Herrera, 4. Madrid 28040, rosa.bustamante@upm.es

²Departamento de Geología, Área de Petrología y Geoquímica, Universidad de Oviedo, C/ Jesús Arias de Velasco s/n.33005 Oviedo, Asturias, jalonso@geol.uniovi.es

Resumen: La normalización de los métodos de análisis y de los principales aspectos relacionados con la conservación de los bienes culturales ha empezado en 2004 con la creación del comité europeo de normalización, CEN/TC 346 *Conservation of Cultural Property*, que tiene la responsabilidad no solamente de redactar protocolos de ensayos en laboratorio, sino también proponer las recomendaciones más adecuadas para designarlos de forma consensual y conservarlos de la forma más apropiada. Se comentan los aspectos relacionados con el origen de estas normas, el trabajo desarrollado y que muchas de ellas, aunque no estén dirigidas específicamente a la piedra, tienen en cuenta la presencia de este material en objetos arqueológicos, obras de arte, estructuras de fábricas y elementos ornamentales.

Palabras clave: Normalización, Piedra natural, Métodos de análisis, Conservación, Patrimonio cultural.

Abstract: The standardization of test methods and principal aspects related to the conservation of cultural heritage, it has begun in 2004 with the creation of the Normalization European Committee, CEN/TC 346 *Conservation of Cultural Property*, which has the responsibility not only of drafting protocols of laboratory tests, but also propose the recommendations most adapted to designate them of form consensual and to preserve them of the most appropriate way. Comments are made on aspects related to the origin of these standards, the developed work and that many of them, though they are not applied specifically to the stone, take into account the presence of this material in archaeological objects, works of art, masonry structures, and decorative elements.

Key words: standardization, natural stone, test methods, conservation, cultural heritage.

1. INTRODUCCIÓN

Dentro del comité europeo de normalización, el comité técnico 346 (CEN/TC 346) sobre Conservación del Patrimonio Cultural (*Conservation of Cultural Property*) se creó en Venecia en 2004 después de unas reuniones preparatorias promovidas por la entidad italiana de normalización (UNI) que lleva la secretaría, y en las que participó desde 2002 el subcomité nacional 8 (SC8) del comité CTN 41-Construcción, con el apoyo de la división de normalización de AENOR. La responsabilidad de este comité es la redacción de normas aplicables a los bienes culturales por sus características singulares y materiales envejecidos que se distinguen de los materiales nuevos o modernos. Incluye tanto a bienes muebles como inmuebles que constituyen la memoria de una sociedad y cuyos valores justifican la importancia de su conservación casi infinita. La normalización de ambos tipos de bienes confiere gran interés a estos documentos normativos y es un foro de comunicación y de consenso de los profesionales que trabajan en investigación, conservación de edificios, museos, docencia, archivos, restauración de bienes muebles y transporte de obras de arte.

En España se considera que la restauración científica comienza en 1961 a partir de los análisis químicos aplicados a los objetos de arte y de historia. Dichos análisis se iniciaron de manera decidida con la creación del Instituto de Conservación y Restauración de Obras de Arte, Arqueología y Etnología, incluyendo también a los elementos decorativos del patrimonio inmueble que se encontraban en notable estado de deterioro (Cabrera, 2010). En 1985 pasa a formar parte del Instituto de Conservación y Restauración de Bienes Culturales (ICRBC), y actualmente se denomina Instituto del Patrimonio Cultural de España (IPCE).

La normalización facilita la caracterización y da pautas de aplicación complementarias al análisis riguroso que requiere todo objeto de investigación, sobre todo respecto a la reproducibilidad de los ensayos.

La redacción de las normas técnicas del comité CEN/TC 346 se realizaba paralelamente en cinco grupos de trabajo (WG), que son los que se describen en esta comunicación, pero esta estructura se ha ampliado recientemente a once grupos, la mayoría de los nuevos corresponden al WG4, para poder cumplir las limitaciones de los plazos de entrega.

El tema de cada grupo es: *WG1* Directrices generales y terminología; *WG2* Materiales constituyentes del patrimonio cultural; *WG3* Evaluación de métodos y productos en trabajos de conservación, orientada a los materiales porosos inorgánicos; *WG4* Ambiente; y *WG5* Transporte y métodos de embalaje. Dos de ellos (*WG2* y *WG3*) afectan de manera especial a la conservación de los materiales pétreos, y *WG4* trata las condiciones ambientales, interiores y exteriores, a las que están expuestos los bienes culturales, que pueden vulnerar su conservación si no se toman las medidas adecuadas.

Algunas de estas normas se basan en las existentes de aplicación nacional (UNI, AFNOR, BS, DIN, UNE) y tienen sus antecedentes en los trabajos de la Comisión 25-PEM, París (RILEM, 1980) y en las normas (NORMAL) elaboradas durante los años '80 y '90 del siglo pasado por el *Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto Centrale del Restauro* de Roma (CNR-ICR). Muchas de ellas son normas de ensayo, propias de análisis de laboratorio (petrográficos, químicos, físicos, etc.), pero también hay normas relacionadas con la toma y características de las muestras, con el ambiente, glosarios y, en general, recomendaciones de utilidad para la comunidad científica, docente y técnica.

Es difícil establecer prioridades en la redacción de estas normas puesto que dependen de la posibilidad de reunir a los especialistas de cada tema y comprometer su participación, teniendo en cuenta además los plazos a que están sujetos a los comentarios que se reciben de los comités espejos nacionales.

TRABAJO DESARROLLADO

El estado en que se encuentran los documentos se puede dividir en normas publicadas y, por tanto, con versión en español (UNE-EN), borradores de normas ya adoptados (prEN), y temas pre-adoptados que requieren su aprobación previa, con documentos de trabajo que periódicamente se modifican (Doc. Nxxx).

En relación con la actividad desarrollada por cada grupo el *WG1* ha elaborado una norma sobre términos generales y definiciones (UNE-EN 15898), y prepara otras relativas a la realización de inspecciones e informes sobre el estado de conservación del patrimonio inmueble (prEN 16096) y del patrimonio mueble (prEN 16095). También trabaja en la lista de materiales constituyentes del patrimonio cultural (Doc. N067) y en un glosario de daños (Doc. N102). El grupo *WG2* está elaborando distintos documentos que afectan a los materiales pétreos: metodología para la toma de muestras (prEN 16085), caracterización de la piedra natural (Doc. N306), análisis de sales solubles (Doc. N257), caracterización de morteros históricos (Doc. N046) y glosario de términos técnicos sobre morteros (Doc. N255).

El grupo *WG3* es el más avanzado con algunas normas ya aprobadas y adoptadas por las entidades nacionales de normalización (AENOR en España). El documento genérico sobre métodos de ensayos de laboratorio para la evaluación del comportamiento de productos hidrofugantes (Doc. N244) está en fase de elaboración. Tiene varias normas específicas ya aprobadas sobre ensayos concretos: absorción de agua por capilaridad (UNE-EN 15801), determinación del ángulo de contacto estático (UNE-EN 15802), permeabilidad al vapor de agua (UNE-EN 15803) y medida del color (UNE-EN 15886). Otros documentos también relativos a ensayos concretos están próximos a su finalización: absorción de agua por inmersión total (Doc. N065), absorción de agua a baja presión (prEN 16302) y determinación de las propiedades de secado (prEN 16322).

Procedentes de *WG4* son las normas ya aprobadas relacionadas con: especificaciones de temperatura y humedad relativa para limitar los daños mecánicos (UNE-EN 15757) y medida de la temperatura del aire y de la superficie de los objetos (UNE-EN 15758). En relación con el contenido en humedad en objetos y materiales de construcción, está en fase de elaboración la medida de la humedad del aire y de los intercambios de humedad entre el aire y los objetos (prEN 16242), y ya aprobada las directrices para la calefacción de iglesias, capillas y otros lugares de culto (EN 15759-1). De *WG5* procede el documento sobre principios del embalaje para el transporte de bienes de interés cultural (EN 15946).

COMENTARIOS Y DISCUSIÓN

El interés de la norma UNE-EN 15898 está en las definiciones (breves y precisas) de los principales términos relacionado con el patrimonio cultural, su estado y su conservación; además establece su equivalencia en francés, inglés y alemán, e incluye una extensa bibliografía sobre el tema. Por ejemplo, la definición del término alteración es: *cambio en el estado, beneficioso o no, intencional o no*. El documento Doc. N067 sobre los materiales que constituyen el patrimonio cultural incluye la piedra entre las principales categoría de materiales y, como sub-categorías, la piedra artificial el hormigón y los revestimientos. Así mismo a nivel nacional el SC-8 elaboró una base datos de términos y definiciones, algunos de los cuales se recogen en el documento UNE 41805-1IN sobre diagnóstico de edificios.

La norma prEN 16096 orienta el modo de realizar un informe del estado de conservación en edificios de interés cultural; considera su objetivo, la planificación, cualificación del personal, información previa, registro de datos, evaluación, recomendaciones y elaboración del correspondiente informe, facilitando tablas para su realización. En esencia la norma prEN 16095 tiene una estructura similar.

En cuanto a la toma de muestras de materiales, la norma prEN 16085 da criterios para el muestreo (objetivo, estado del objeto, personal adecuado, tipo de investigación al que se dirige, etc.), establece un plan (localizaciones, naturaleza, tamaño, número, etc.), así como el registro final de las muestras (identificación, número, cantidad, tamaño, empaquetado, etc.); como Anexo presenta un ejemplo de tomas de datos.

La caracterización de la piedra natural del patrimonio cultural (en fase de elaboración: Doc. N306), contempla tanto la piedra sana como alterada, y plantea una caracterización amplia, ya que incluye aspectos petrográficos, químicos y también físicos. La metodología propuesta, separando en cuanto a métodos de estudio los materiales sanos de los alterados, así como del examen macroscópico (estéreo-microscopio) del petrográfico (microscópico), es susceptible de mejora. También considera el análisis mineral por difracción de rayos X y el examen morfoquímico en microscopía electrónica de barrido con análisis de rayos X; si bien el primero es para la roca sana y el segundo para la alterada. Tanto en la caracterización petrográfica, como en las propiedades físicas, se toman como normas de referencia las correspondientes de la piedra natural y, cuando existen, las elaboradas el grupo WG3 del propio CEN/TC 346.

Otro documento de interés en relación con el deterioro de los materiales pétreos es el Doc. N257 sobre la determinación de sales solubles. En él se recogen los distintos métodos de análisis y se indican los procedimientos a seguir, la toma y preparación de las muestras, medida de la conductividad, análisis de iones y finalmente la forma de expresar los resultados.

En distinta fase de elaboración existen dos normas sobre morteros. El Doc. N046 sobre caracterización de morteros históricos contempla la observación *in situ* y los análisis de laboratorio y, entre ellos, el estudio macro y microscópico (petrografía), la caracterización mineral de áridos y ligante o conglomerante (DRX), propiedades físicas (porosidad abierta, granulometría, porometría) y composición química (sales solubles, aditivos, índice hidráulico, análisis elemental de áridos, ligante, etc.). Más exhaustivo es el Doc. N255, un glosario de términos técnicos sobre morteros, ordenados en generales o referidos a distintos aspectos: función, ligantes, producción, juntas, componentes, coherencia y daños (ilustrados con imágenes). También se indica su equivalencia en varios idiomas y, dada la presencia del sueco y holandés junto a los tres idiomas oficiales, se echa en falta la versión española.

En el campo de la conservación de los materiales pétreos un tema fundamental es la evaluación de los productos y métodos de aplicación de tratamientos de consolidación e hidrofugación, objetivo a normalizar por el grupo WG3. Actualmente se está trabajando en un documento marco (Doc. N244) sobre ensayos de

laboratorio para evaluar el comportamiento de productos hidrofugantes. Dicho documento trata la preparación de las muestras, la forma de aplicar el producto, las medidas a tomar en los ensayos y los cálculos para determinar el grado de protección. Previamente, en relación con los ensayos propuestos para dicha evaluación, se han establecido normas específicas sobre la metodología a seguir en cada ensayo (preparación de muestras, procedimiento de ensayo, expresión de resultados, etc.). Ya se han aprobado las relativas a la capilaridad (UNE-EN 15801), el ángulo de contacto (UNE-EN 15802), la permeabilidad al vapor de agua (UNE-EN 15803) y el color (UNE-EN 15886), y están avanzadas las de absorción de agua por inmersión total (Doc. N065), absorción de agua a baja presión (prEN 16302) y características del secado (prEN 16322). Los cambios encontrados en estos parámetros físicos, entre rocas sin tratar y tratadas con productos hidrofugantes, permiten cuantificar el grado de protección alcanzado.

Estas normas sobre métodos de ensayos de laboratorio están relacionadas con las normas de la piedra natural (UNE-EN), elaboradas hace una década, y con las normas italianas (NORMAL), anteriores y específicas del ámbito de la conservación. Cabe indicar que todos estos métodos de ensayo, además de en conservación, pueden aplicarse en la caracterización de materiales porosos inorgánicos, donde se incluyen los materiales pétreos. En este sentido, y de acuerdo con su posterior elaboración, estas normas sobre conservación del patrimonio cultural son más amplias y precisas en cuanto a los procedimientos en la toma de datos, los parámetros obtenidos y la expresión de los resultados.

CONCLUSIONES

La piedra y los morteros (compuestos también de roca, aunque triturada) constituyen temas de interés en los proyectos de normalización. Con frecuencia estas normas tienen relación con el material pétreo, puesto que la piedra es un bien cultural como objeto mueble o por constituir la estructura de las fábricas de muros, pilares, arcos, bóvedas, o elementos ornamentales. Otras normas no se aplican a los materiales pétreos, por ejemplo la relacionada con la iluminación de la exposición de los bienes culturales (prEN 16163), ya que en principio los materiales pétreos no son sensibles a las radiaciones ultravioleta e infrarrojas, a menos que presenten superficies pigmentadas o tratadas con hidrofugantes. Igualmente ocurre con la norma relativa las recomendaciones para la calefacción de iglesias, capillas y otros lugares de culto (EN 15759-1) que aconseja no empotrar conductos en los muros o calefacción por el suelo, para no destruir mamposterías o pavimentos con losas funerarias respectivamente.

La dimensión en la obtención de muestras puede ser uno de los aspectos discutibles para conciliar los objetivos de conservación y los diversos análisis de

laboratorio que necesitan efectuar petrólogos, químicos y profesionales de la edificación. En este caso, prEN 16085 recomienda unas dimensiones mínimas y un número mínimo de muestras, y es de aplicación en los estudios previos, fase de diagnóstico del estado de conservación, así como en las propuestas de la intervención a realizar.

Otro aspecto importante es la normalización de los tratamientos, sin alterar las características del material original. Dada la variedad de materiales pétreos (granitos, calizas, mármoles, areniscas, pizarras y alabastros, por citar las principales), la consolidación y aplicación de repelentes para prevenir el deterioro por las acciones meteorológicas, ambientales y antrópicas (uso, vandalismo), recogen las distintas investigaciones realizadas en este ámbito, constituyendo el trabajo pre-normativo. Es decir, difícilmente se puede normalizar si no se han realizado investigaciones previas.

Finalmente todos estos trabajos de normalización consolidan la línea científica de la restauración, al unificar los procedimientos de análisis, la terminología y las pautas de conservación de materiales (piedras) **proprios**, tanto de los bienes muebles como de los inmuebles que forman el patrimonio cultural tangible.

DOCUMENTOS Y NORMAS DEL CEN/TC 346

- Doc. N046:2009. *Conservation of Cultural Property. Guidelines for the characterization of historical mortars found in cultural heritage.*
- Doc. N065:2008. *Conservation of cultural property. Test methods. Measurement of water absorption by total immersion.*
- Doc. N067:2007. *List of materials constituting the cultural property. Main materials categories.*
- Doc. N102:2011. *Conservation of cultural property. Glossary of damage.*
- Doc. N244:2011. *Conservation of cultural property. Surface protection for porous inorganic materials. Laboratory test methods for the evaluation of the performance of water repellent products.*
- Doc. N255:2011. *Conservation of cultural property. Glossary of technical terms concerning mortars for masonry, renders and plaster used in cultural heritage.*
- Doc. N257:2011. *Conservation of cultural property. Determination of soluble salts in natural stone and related artificial materials used in cultural heritage.*
- Doc. N306:2012. *Conservation of cultural property. Guidelines to characterize natural stone used in cultural heritage.*
- prEN 16085:2011. *Conservation of cultural property. Methodology for sampling from materials of cultural property. General rules.*
- prEN 16095:2012. *Conservation of cultural property. Condition recording of movable cultural heritage.*

- prEN 16096:2011. *Conservación de bienes culturales. Inspección e informe sobre el estado de conservación del patrimonio cultural construido.*
- prEN 16163:2010. *Conservation of cultural property. Exhibition lighting of cultural property.*
- prEN 16242:2011. *Conservation of cultural property. Procedures and instruments for measuring humidity in the air and moisture exchanges between air and cultural property.*
- prEN 16302:2011. *Conservation of cultural property. Test methods. Measurement of water absorption under low pressure.*
- prEN 16322:2011. *Conservation of cultural property. Test methods. Determination of drying properties.*
- EN 15946:2012. *Conservación del patrimonio cultural. Principios de embalaje para el transporte.*
- UNE-EN 15757:2010. *Conservación del Patrimonio Cultural. Especificaciones de temperatura y humedad relativa para limitar los daños mecánicos causados por el clima a los materiales orgánicos higroscópicos.* AENOR, 14 pp.
- UNE-EN 15758:2010. *Conservación del Patrimonio Cultural. Procedimientos e instrumentos para la medición de las temperaturas del aire y de las superficies de los objetos.* AENOR, 15 pp.
- UNE-EN 15801:2009. *Conservación del Patrimonio Cultural. Métodos de ensayo. Determinación de la absorción de agua por capilaridad.* AENOR, 12 pp.
- UNE-EN 15802:2009. *Conservación del Patrimonio Cultural. Métodos de ensayo. Determinación del ángulo de contacto estático.* AENOR, 13 pp.
- UNE-EN 15803:2009. *Conservación del Patrimonio Cultural. Métodos de ensayo. Determinación de la permeabilidad al vapor de agua (δp).* AENOR, 15 pp.
- UNE-EN 15886:2010. *Conservación del patrimonio cultural. Métodos de ensayo. Medición del color de superficies.* AENOR, 12 pp.
- UNE-EN 15898:2011. *Conservación del patrimonio cultural. Principales términos generales y definiciones.* AENOR, 24 pp.
- UNE-EN 15759-1:2011. *Conservación de bienes culturales – Clima interior – Parte 1: Pautas para la calefacción de iglesias, capillas y otros lugares de culto*

REFERENCIAS

- Cabrera, J.M., (2010): *Inicios de la restauración moderna en España.* Ciencia y Arte III, 17-18. Museo de Bellas Artes, Valencia.
- NORMAL ('80-'90): *Raccomandazioni: Alterazioni dei materiali lapidei e trattamenti conservativi.* CNR-ICR, Roma.
- RILEM (1980) : *Essais pour mesurer l'altération des pierres et évaluer l'efficacité des méthodes de traitements.* Matériaux et Construction, Bull. RILEM 13 (75), Paris, 175-252.
- UNE 41805-1 IN (2009): *Diagnóstico de edificios. Parte 1: Generalidades.* AENOR, Madrid, 8 pp.